

Voedsel productie en biodiversiteit optimaliseren

middels de Agroforestry versneller.

Doelen en uitwerking

- de zon benutten om CO₂ om te zetten in energierijke biomassa (voedsel, hout en vezels)
- minder fossiele energie toepassen en minder CO₂ uitstoten
- de toenemende CO₂ uitstoot ombuigen naar een afnemende uitstoot (regeneratiedoel1)
- de afnemende biodiversiteit ombuigen naar een toename (regeneratiedoel2)

Uitwerking van de regeneratiedoelen

- Door de zon te benutten middels agroforestry kunnen biomassa opbrengsten per ha versneld verhoogd worden, kan de langjarige CO₂ vastlegging toenemen, de CO₂-voetafdruk positief worden en de CO₂ uitstoot van andere producenten gecompenseerd worden middels CO₂/natuur certificaten.
- Door goede verdeling van energierijk voedsel kan de afnemende biodiversiteit in en op de bodem weer gaan toenemen.

Indicator ontwikkeling bijhouden in boerderij portaal en bedrijfsadministratie.

Om de doelen te realiseren worden netwerken georganiseerd van vergelijkbare boeren op vergelijkbare boerderijen met een dataportaal voor iedere deelnemende boerderij. Een nulmeting wordt compleet gemaakt aan de hand van een **indicatoren lijst i11-55**. Vervolgens wordt besloten of de boerderij homogeen is. In geval van heterogeniteit wordt besloten welk landschapstype dominant is en welke landschapstypen daarnaast onderscheiden dienen te worden. Vervolgens worden de data van de nulmeting(en) ingevoerd in het portaal, waarmee de basis gelegd wordt voor het monitoren van de effectiviteit van genomen maatregelen. Boerderij portalen worden gekoppeld aan een kennis uitwisseling platform. Toelichting volgt hieronder in 2 delen, geïllustreerd met dias 11-66.

-deel1: **Zonne-energie benutten om CO₂ om te zetten in energierijke biomassa**, i11-32; dias 11-31.

De CO₂ concentratie in de atmosfeer schommelde lange tijd rond 250ppm, maar neemt sinds 6 jaar toe naar >400ppm met nadelige invloed op het klimaat. Door meer houtige gewassen te planten (i11) en agroforestry te versnellen kan bijgedragen worden aan:

- de vergroting van de CO₂ vastlegging op de bodem (i12)
- vermindering van de CO₂ uitstoot uit productie, verwerking en distributie van voedsel, hout en vezels (i13)
- de vergroting van de CO₂ vastlegging in de bodem (i22)

-deel2: **Productstromen en diensten**, blz. 10-14; i41-55; dias 41-66.

Data worden verzameld in hoeveelheden/ha/jaar over:

- marktproductie van soorten voedsel van meerjarige gewassen (i51)
- marktproductie van soorten hout en vezels (i52)
- marktproductie van éénjarige gewassen (i53)
- uitgifte van CO₂/natuur certificaten in aantallen/ha $i14=i12-i13+i22+i52$

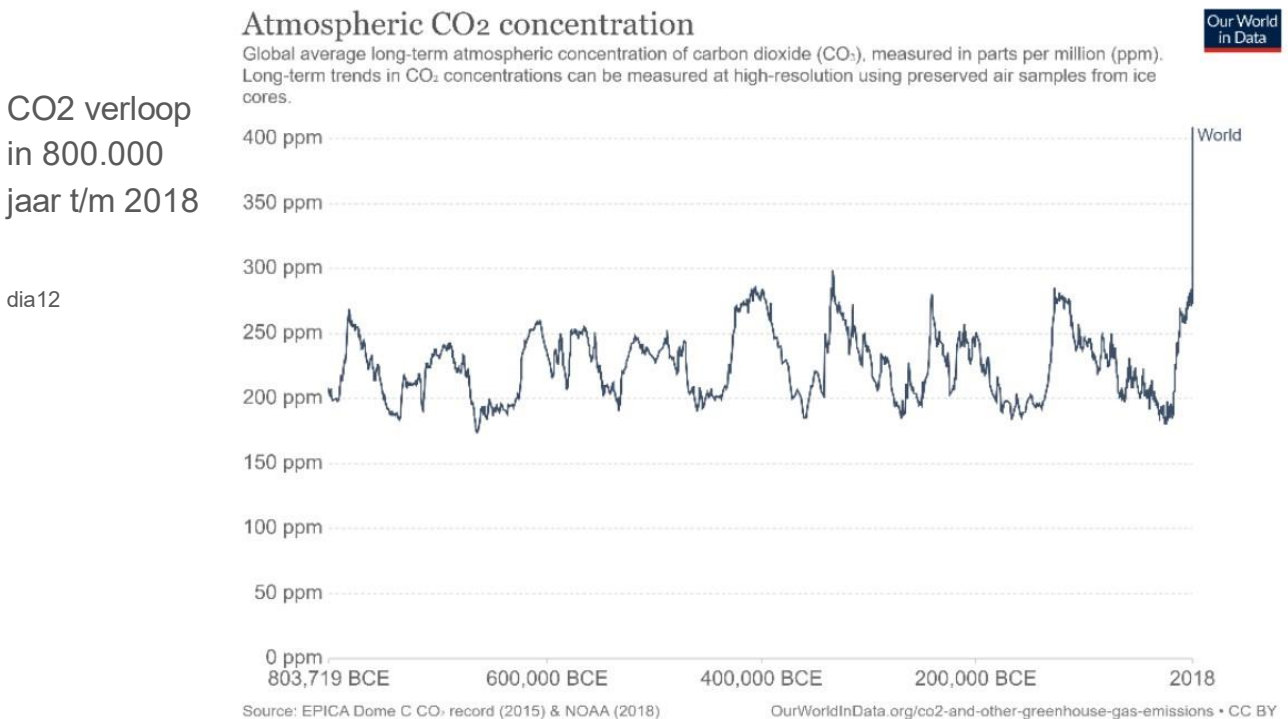
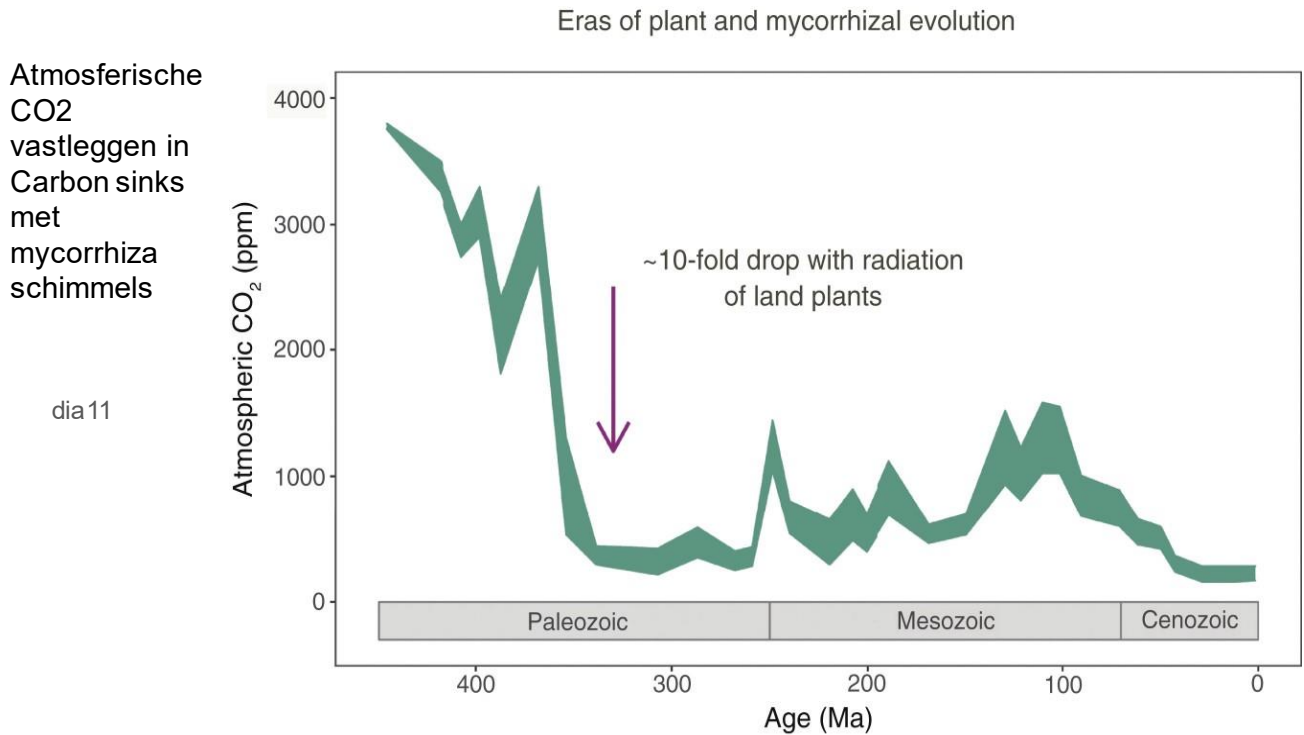
De hvh/ha worden vermenigvuldigd met het oppervlak van de betreffende landschapseenheid. Vervolgens wordt toegevoegd marktproductie uit dierhouderijen (i55) om tot de boerderij omzet in hoeveelheden te komen.

-deel3: **Verwaarding van marktproducten**, blz. 15-19; i71-79; dias 71-73.

Om de Toegevoegde Waarde per arbeidsuur te bepalen wordt de boerderij omzet in hoeveelheden ingevoerd in de bedrijfsadministratie en vermenigvuldigd met prijzen. Vervolgens wordt aandacht besteed aan het sluiten van kringlopen, het beperken van kosten en reststromen, en van de arbeidsinzet.

deel1: **Zonne-energie benutten om CO2 vast te leggen in energierijke biomassa**

Lang geleden op de geologische tijdschaal is zonne-energie benut voor een grootschalige reductie van CO2 in de atmosfeer van ruim 3000 naar 300 ppm in een overeenkomstige vastlegging van energierijke biomassa (kolen, olie, gas, hout en levende organismen op en in de bodem, waarbij de vrije zuurstof in de atmosfeer toenam. Deze verandering bracht meer biodiversiteit en veerkracht in het ecosysteem.



Recente toename van broeikasgassen ombuigen (dias 11-13).

Tot 100 jaar geleden schommelde de CO₂-concentratie in de atmosfeer tussen de 300 en 200 ppm, maar sinds de industriële en groene revolutie neemt de CO₂-concentratie weer toe (naar 400 ppm in 2018), waardoor kwetsbare levensvormen op aarde (waaronder de mens) bedreigd worden.

Oorzaken van de toename van de uitstoot:

- afbraak van bodemleven in natuurexclusieve landbouw
- afnemende circulariteit in de C en N kringlopen
- vervanging van zonne-energie door fossiele energie in productie, verwerking en distributie van voedsel, hout en vezels, waardoor de CO₂ voetafdruk van deze processen negatief geworden is-

Naast de toenemende CO₂ uitstoot is er ook de toenemende uitstoot van N-verbindingen. Om de toenemende uitstoot om te buigen dienen C en N verbindingen zoveel mogelijk in combinatie vastgelegde te worden.

In de bodem gebeurt dat in eiwitten met een C/N verhouding >4. Om één ton N vast te leggen is veel meer koolstof nodig. Een toename van bodemkoolstof van 2 naar 5% kan gepaard gaan met een vastlegging van N-verbindingen in eiwitten.

Aansluitend op de dias 11 en 12 volgen op dia 13 drie scenario's waarin vanaf 2018 de uitstoot van broeikasgassen omgebogen kan worden. Het langzamere "2 graden opwarmings-scenario" komt op nul vanaf 2100. De snelst mogelijke ombuiging leidt tot het "1,5 graden opwarmings-scenario" en nul netto CO₂-uitstoot vanaf 2060. Voor de snelle ombuiging moet z.s.m. de zon meer benut worden, de energie efficiëntie verhoogd worden (dia 14).

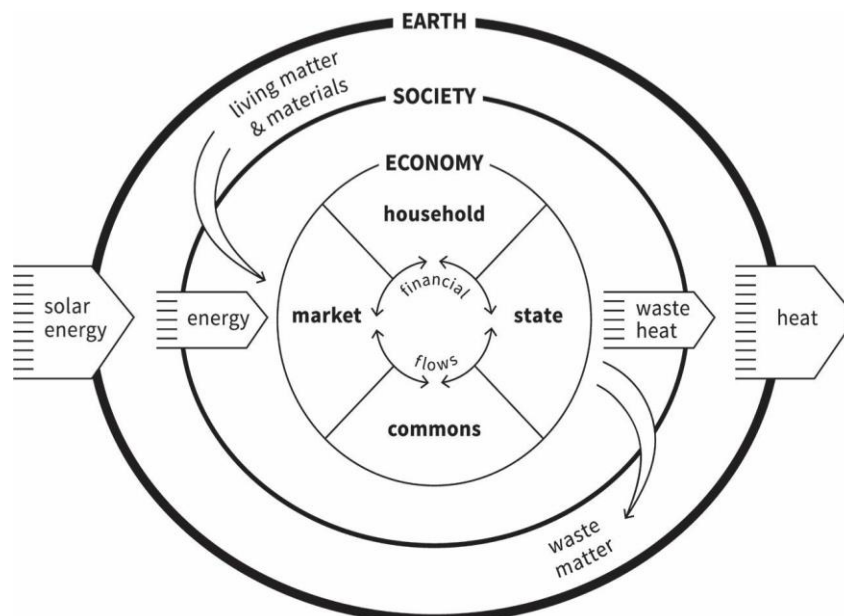
Zonne-energie benutten om meer CO₂ om te zetten (dia 14, K. Raworth 2017).

De zonne-energie wordt (op de dia van links) opgenomen in het ecosysteem, waarvan huishoudens in de circulaire economie onderdeel zijn. Als vanaf de linker zijde de CO₂ omzetting in energierijke biomassa toeneemt, dan:

- kan ook de langjarige CO₂-vastlegging toenemen
- komt meer voedsel/ha beschikbaar voor levende organismen
- kunnen biodiversiteit en veerkracht toenemen
- kan de circulariteit toenemen en fossiel brandstof gebruik afnemen
- kunnen CO₂-uitstoot, afval en restwarmte afnemen
- kan de energie-efficiëntie in het ecosysteem toenemen.

Energie huishouding middels de koolstof cirkel

dia14



De circulaire processen op dia 14 kunnen op verschillende schaalgrootten geanalyseerd worden, o.a. in een landschapseenheid en op een boerderij, die weer onderdeel zijn van een streekeconomie en van een groter economisch systeem.

CO2-omzetting in voedsel, hout en vezels op en in de bodem, i11-12 en dia 15-16

Zonne-energie kan benut worden om CO2 om te zetten (tCO2/ha/jaar) in energierijke biomassa in het fotosynthese proces: $Energie + 6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$. De CO2-omzetting neemt toe met het groene oppervlak en daarvoor is o.a. het **aantal houtige planten** per ha een indicator (i11).

De biomassa wordt verdeeld over delen, die:

- snel (jaarlijks) weer verteerd/verbrand worden tot CO2, en dan is de cirkel weer rond.
- langjarig vastgelegd worden op de bodem (i12), waardoor de koolstof (C) op de bodem toeneemt.
- langjarig vastgelegd worden in de bodem (i22), waardoor het C-gehalte in de bodem toeneemt.

Deze verdeling verschilt per klimaatzone en landschap (dia 16).

In Nederlands bos (cool, temperate, moist op de dia) is een typische verdeling:

- 14% in houtige gewassen op de bodem
- 40% in 30 cm topsoil (gekoppeld aan bodemleven)
- 46% in 90 cm subsoil.

Dus ligt in de verdere analyse de nadruk op bodem en bodemleven.

De CO2-voetafdruk, i12-14 en dia 17.

Om in 2060 op nul te komen dient de CO2 uitstoot ten gevolge van fossiel energiegebruik (i13) beperkt en gecompenseerd te worden (dia 17), o.a. door producenten met een positieve CO2-voetafdruk. Agroforestry boeren en terreinbeheerders zijn daartoe bij uitstek in staat.

De CO2-voetafdruk is gedefinieerd als de som van:

- de CO2-vastlegging op de bodem (i12), waar de CO2-uitstoot (i13) van afgetrokken wordt
- de CO2-vastlegging in de bodem (i22)
- de C-onttrekking in hout en vezels voor langjarige toepassingen (i52)

CO2-voetafdruk: $i12 - i13 + i22 + i52$

Monitoring van:

- De CO2 vastlegging op de bodem (i12); zie dia 64
- De CO2 uitstoot (i13) middels de input van fossiele brandstoffen in het productieproces.
- De CO2 vastlegging in de bodem (i22) wordt gebaseerd op meting van het C-gehalte in de bodem.
- De C-onttrekking uit de circulaire bedrijfsvoering (i52) wordt gebaseerd op planning en boekhouding.

Er is consensus dat het C-gehalte in de bodem omhoog moet (+3%) met als gevolg, dat bodemleven, biodiversiteit, vasthoudend vermogen en de productiviteit zullen toenemen. Daarvoor is een transitie nodig naar natuurinclusieve organische landbouw, die echter slechts op kleine (experimentele) schaal plaats vindt. Een verklaring voor de traagheid ligt in de paradigmatische tegenstelling tussen:

<u>Natuurexclusieve minerale monoculturen</u>	-	<u>Natuurinclusieve organische Agroforestry</u>
Negatieve CO2-voetafdruk	-	Positieve CO2-voetafdruk
Energetisch inefficiënte productie	-	Energetisch efficiënte productie
Biodiversiteit uitschakelen	-	Biodiversiteit benutten
Optimale productie in t/ha van teelten	-	Optimale productie in t/ha van biomassa
Producers op substraat	-	Producers op levende bodem
Minerale nutriënten huishouding	-	Organische nutriënten huishouding
Optimalisering prod. van geselecteerde soorten	-	Optimalisering alle biomassa producten
Direct curatief ingrijpen	-	Indirecte sturing, preventief ingrijpen
Resultaten binnen een jaar	-	Resultaten na 4 jaar
Statisch, labiel, steriel evenwicht	-	Dynamisch, vitaal, gezond met veerkracht
Hoog risico	-	Laag risico

Op dia 19 is te zien dat het verlies aan biodiversiteit in Europa het grootst is in Nederland, en dat de minerale landbouw de belangrijkste oorzaak is. Om de afname om te buigen worden hieronder maatregelen voorgesteld, te beginnen bij de bodem.

pH en schimmel-bacterie verhouding, i21 dia 21

Om leven te stimuleren dienen minerale N-verbindingen omgezet te worden in organische N-verbindingen (o.a. eiwitten) en daarbij is de pH-ontwikkeling belangrijk. Bij een pH (i21) streefwaarde van 6,4 zijn de anionen (N, P, S) en de kationen (Ca, Mg, K, Na) in evenwicht en kunnen minerale nutriënten gebonden worden aan humus complexen en vastgelegd in het bodemleven. Naarmate de humuslaag in een agroforestry omgeving actiever is, kan het bodemleven sneller toenemen.

Door de toename neemt ook het (water-) vasthoudend vermogen toe, en verhoging van het humus gehalte voorkomt verzuring. Voor een optimale verhoging is de selectie van meerjarige gewassoorten op de bodem belangrijk. Kijk goed naar de landschappelijke omgeving! Es, esdoorn en linde hebben kalkrijk blad en groeien goed op wat rijkere gronden. Berk en lijsterbes zijn alternatieven voor armere gronden. In armere bodems zijn mycorrhizale schimmelsoorten extra belangrijk. Zij hebben met hun mycelium een veel groter bereik en absorptie oppervlak dan boomwortels. Maar verzuring en een overmaat aan stikstof zijn ongunstig voor mycorrhizale soorten. Dia afkomstig van A. de Jong in vakblad: Natuur bos en landschap 201511.

Bodemkoolstof, i22 en dias 22-24

Het C-gehalte kan op zand en kleigronden variëren tussen 1 en 12%. Om het op 1 ha 1% omhoog te brengen is $100m \times 100m \times 0,3m \times 1\% = 30m^3$ koolstof nodig, ofwel 48 ton koolstof (soortelijk gewicht $C=1,6$); ofwel $48 \times 3,67 = 176$ tCO₂/ha (CO₂ is 3,67x zwaarder dan C). In het rekenvoorbeeld op blz. 11 wordt berekend dat 58 tCO₂/ha/jaar vastgelegd kan worden in de bodem. Dus zouden 3 jaar nodig zijn om het C-gehalte 1% omhoog te brengen. De toename is belangrijk, omdat een groot deel van de C-sink bestaat uit biodiverse bodem-organismen, en omdat de bodem biodiversiteit bepalend is voor de totale biodiversiteit. Dus worden jaarlijks bodem monsters genomen om *het C-gehalte (i22)* te monitoren. De meet resultaten worden vastgelegd in het boerderij portaal en verschijnen op het dashboard, zoals aangegeven op dia 22.

Data uit het boek van Gabe Brown "Rijke Grond, minder werk meer opbrengst" (dia 23, vertaling door J.A. van Eeken 2018) laten zien hoe belangrijk het is dat we onze boerderijen beheren als organische ecosystemen.

Tabel 4.1. Bodemtestresultaten voor vergelijkend boerderijonderzoek

	N	P	K	WEOC	OM	INFIL
Bedrijf	(kilo)	(kilo)	(kilo)	(ppm)	%	(mm/u)
Boerderij 1	0,9	70,8	43,1	233	1,7	12,7
Boerderij 2	12,2	110,7	61,7	239	1,7	17,8
Boerderij 3	16,8	98,4	90,3	262	1,5	11,4
Boerderij 4	127,5	456,3	793,3	1.095	6,9	762,0+

N = Stikstof; P = Fosfor; K = Kalium; WEOC = Met water extraheerbare organische koolstof; OM = Organisch materiaal; INFIL = Infiltratiesnelheid

Op elke boerderij zijn op dezelfde dag bodemmonsters genomen en waterinfiltratietests uitgevoerd. Dr. Rick Haney heeft de monsters getest in het lab van de Agricultural Research Service in Temple, Texas. Water extraheerbare organisch koolstof (WEOC) is het voedsel dat wordt gegeten door bodem organismen. Boerderij 4 (Brown's Ranch) heeft hogere voedingsstoffenwaardes en betere waardes wat betreft organisch materiaal, koolstof en waterinfiltratiesnelheid dan de andere boerderijen. Maar het is ook belangrijk om op te merken hoe klein de verschillen in waardes zijn tussen de andere drie (minerale) boerenbedrijven. Deze resultaten ondersteunen enkele belangrijke punten:

- Grondbewerking is nadelig voor alle aspecten van bodemgezondheid.
- Lage diversiteit is nadelig voor bodemgezondheid.
- Veel gebruik van kunstmest is nadelig voor bodemgezondheid.
- Vee-integratie heeft een positief effect op bodemgezondheid.

Op dia 24 worden aantallen micro-organismen bodemkoolstof en watervasthoudend vermogen aan elkaar gerelateerd op basis van data van een boerderij in Californië:

Micro-organisms	number/acre	pounds/acre
Bacteria	800.000.000.000.000.000	2.600
Actinobacteria	20.000.000.000.000.000	1.300
Fungi	200.000.000.000.000	2.600
Algae	4.000.000.000	90
Protozoa	2.000.000.000.000	90
Nematodes	80.000.000	45
Earthworms	40.000	445
Insects/arthropods	8.160.000	830
Rainwater runoff control at different O.M.-contents (5,5 inch rain)		
O.M. in soil %	_____waterholding capacity in_gallons and in% _____	
2%	32.000	21
5%	80.000	53
8%	128.000	85

Gewichten van

aantallen micro-organismen per soort staan rechts op de dia in pounds/acre. De som van deze gewichten is gerelateerd aan het percentage organische stof in de bodem, dat varieert tussen 1 en 8%; en dat vervolgens weer relateert aan het watervasthoudend vermogen dat kan verviervoudigen van 21 naar 85%. Om dat hoge niveau te bereiken dient veel CO2 langjarig in de bodem vastgelegd te worden.

Diversiteit in bodemleven, i23-24 dias 25-28

Hieronder volgt een relatieve verdeling van schimmel soorten naar functionaliteit op basis van een bodemmonsters genomen in 2 landschappen op Boer-in-Natuur op 202310-04.

<u>Schimmel analyse 2 percelen</u>	Bam%	Heg%	<u>op Bamboeperceel en in het Heggenland</u>
Ongedefineerde Saprotroof	51	42	
Grondsaprotroof	7	13	veel grondsaprotrofen duiden op stabiele omgeving
Strooiselsaprotroof	7	3	
Bladsaprotroof	4	3	
Mest saprotroof		9	
Mosparasiet-saprotroof	12	10	veel plantparasieten duiden op verstoring
Plantpathogeen -saprotroof	6	1	
Plantpathogeen	9	6	
Dierpathogeen	1	2	
Endomycorrhiza	3	6	weinig mycorrhiza soorten in zuurdere bamboegrond
Ectomycorrhiza		5	
	100	100	
aantal soorten	1210	1122	

Deze metingen zijn gedaan bij een C-gehalte van 1,4%, en daarbij is al sprake van >1100 soorten schimmels, gegroepeerd naar functionaliteit.

De functionele soortenverdeling op dia 25 wordt verder uitgewerkt, zoals aangegeven op dia 26. Daarmee kan meer informatie verkregen worden over bodemleven en nutriënten huishouding:

- dia25: Op voormalige maisakkers worden weinig Mycorrhizale schimmel soorten gevonden. Zij leven in symbiose met plantenwortels en vergroten de reikwijdte van wortelsystemen in ruil voor suikers. Daarvoor krijgt de plant krijgt (extra) water en nutriënten (N P K) terug. Maar bij discontinuïteit van wortelsystemen bij éénjarige en bij overmaat aan N, P en/of K sterven Mycorrhizale schimmels af; en dat kan verklaren waarom alleen bamboe aanslaat en voor slechts 3% mycorrhiza soorten.

- dia27: Bij verstoringen door zware bodembewerking, overmatige bemesting en toepassing van pesticiden neemt de biodiversiteit af, evenals de reikwijdte van wortels (zie linker helft van dia 27) met als gevolg een afname van nutriënten beschikbaarheid en een snellere uitdroging in droge periode. Rechts op dia 27 is de grondbewerking minimaal en de bodembiodiversiteit hoog, waarbij toediening van meststoffen en pesticiden niet meer nodig is.

- dia 28: Eten en gegeten worden, geldt voor alle (bodem) organismen. Ieders bestaan hangt af van voedselbeschikbaarheid en iedereen wordt vroeger of later zelf weer opgegeten door andere organismen. Onder de bodemorganismen zijn er efficiënte opruimers, die de bodem data snel kunnen veranderen. Dus worden jaarlijkse analyses aanbevolen. Naast bacteriën en schimmels kunnen ook grotere bodemorganismen functioneel zijn in het productie proces. Representatief is het aantal wormen in een monster dat gebruikt wordt als indicator (i24).

C-sink ontwikkeling gerelateerd aan aantallen soorten, dia 29

De CO2 vastlegging in de bodem vindt deels plaats in Soil Organic Carbon (SOC). De veranderingen lopen parallel met veranderingen in het bodemleven. Op dia 29 wordt aangegeven hoe veranderingen geregistreerd worden in het boerderij portaal met verschillende kleuren voor de belangrijkste functionaliteiten. Uit deze lijnen worden trends zichtbaar, waarop maatregelen kunnen worden afgestemd. Na 3 jaar ontstaat meer duidelijkheid.

Water regulatie (i31-32 en dias 31-32).

Voortbordurend op het creëren van watervasthoudend vermogen van de bodem (dias 23-24) dient ook de verdamping verlaagd te worden en een gunstig microklimaat gecreëerd te worden. In de bodem dient de symbiose van wortelsystemen en schimmelnetwerken ontwikkeld te worden (dia 32). Dat kan middels zorgvuldig geselecteerde heggen en dat kan winst zijn voor de productie per ha. Daarbij zijn belangrijk:
-de hoogte van de heg/bomenrij (i31 in m.). Bomen hoger dan 3 m. zijn lastig te onderhouden en te oogsten.
-de afstand tussen de heggen (i32 in m.). 12m. afstand zou optimaal zijn, mits passend voor de (bewerking van de) teelten op de stroken tussen de heggen.

Maar door heggen kan ook verlies ontstaan door competitie met de gewassen dichtbij de heg. De optimalisatie tussen hoogte, afstand en N-Z oriëntatie komt terug in landschap inrichting (6).

Ontwikkelingen in bodem en landschap plannen en monitoren in het boerderij portaal.

Data over zon, bomen, bodem en water bieden uitgangspunten bij het inrichten en ontwikkelen van (landschappen op en om) de boerderij. Om overzicht te houden wordt voor iedere deelnemende boerderij een portaal opgezet op internet. De portalen worden gekoppeld aan het kennis uitwisseling platform, dat beschikbaar is voor deelnemende boeren en ondersteunende partijen. Portaal, platform en ondersteuning worden up to date gehouden vanuit kennisclusters. Vragen van boeren worden per cluster gedocumenteerd beantwoord. Antwoorden van boeren op vragen van het ondersteuningsteam worden in het portaal opgeslagen per **cluster en indicator**:

- 1 (i11-14) Benutting van zonne-energie om de C-cirkel te sluiten en netto langjarige CO2 vast te leggen
- 2 (i21-24) Benutting van bodembiodiversiteit om nutriënten beschikbaar te maken
- 3 (i31-32) Optimaal watermanagement
- 4-6(i41-55) Optimale landschapinrichting met ruimte voor spontane en geselecteerde soorten. In gesprekken met boeren (die maanden kunnen duren) kunnen meerdere scenario's en landschapstypen doorgerekend en vergeleken worden (ook met andere boerderijen).

Hieronder volgt een overzicht van de 16 indicatoren, waarvan 9 *verander indicatoren i12-13, i22-23, i41-42 en i51-53*. De verander indicatoren zijn representatief in de langjarige ontwikkeling. Bij de verander indicatoren zijn de consistente meetmethode en de representativiteit belangrijk. De overige indicatoren hebben een statisch en verklarend karakter. Onderstaand voorbeeld (op blz. 8 en 9) is gekopieerd uit het werkblad “Plan regeneratieve productie en monitoring 2403”. De aangegeven waarden zijn niet normatief.

Planning regeneratieve prod en monitoring 2403: 17ha heggenland	ind	meting in 2023	meting in 2024	hvh verandering
Zonne-energie benutten middels groen oppervlak	i11	200 planten/ha	220 planten/ha	20 pl/ha/jaar
<i>Optimaal CO2 vastleggen op de bodem.</i>	i12	4 tCO2/ha	13 tCO2/ha	9 tCO2/ha/jaar
<i>Gebruik van fossiele energie en CO2-uitstoot minimaliseren</i>	i13		1 tCO2/ha	-0,1 tCO2/jaar
Netto langjarige CO2-vastlegging optimaliseren	i14			19 tCO2/ha/jaar
pH optimaal maken	i21	pH=4,5	pH=4,5	
<i>C-gehalte in de bodem optimaliseren</i>	i22	270 tCO2/ha	281 tCO2/ha	11tCO2/ha/jaar
<i>Biodiversiteit in micro-organismen in de bodem stimuleren</i>	i23		1122 soorten	
Habitat voor grotere bodemorganismen (wormen) creëren	i24	1 worm	5 wormen	
Hoogte heggen optimaliseren: meer luwte, betere waterhuishouding	i31	hoogte 1,5 m.	hoogte 1,7 m.	20 cm groei
Strookbreedte optimaliseren voor optimale luwte en CO2-vastlegging	i32	20 m.		-
<i>Biodiversiteit in spontane soorten organismen (vogels) stimuleren</i>	i41	40vogelsoorten	44vogelsoorten	+4 soorten
<i>Insectenwereld stimuleren en invasieve soorten beheersen</i>	i42	6 soorten plaagbestrijders	8 soorten plaagbestrijders	+2 soorten
<i>Meerjarige gewassen selecteren op hvh voedselproducten naar de markt</i>	i51			
<i>Hout- en vezelgewassen selecteren op hvh producten naar de markt</i>	i52			
Eenjarige gewassen selecteren op inpassing in gewasrotatie	i53			
<i>Diersoorten</i> afstemmen op draagvermogen en handhaving open ruimten	i55			
Boerderij inrichting draagt bij aan biodiversiteit en TW				-

Als een boer/terreinbeheerder wil deelnemen in de kennis uitwisseling en ondersteuning, dan dient hij/zij een aanvraag in met een verklaring dat hij/zij:

- langjarig beschikt over het terrein (boerderij, landgoed, landschapseenheden)
- natuurinclusieve agroforestry wil ontwikkelen
- data wil delen met deelnemende boeren, terreinbeheerders, en betrokken organisaties
- bereid is te abonneren op de dienstverlening voor minimaal 6 jaar.

Als een boer met het ondersteunende team tot overeenstemming komt, dan ontstaat een samenwerking, waarbij ondersteunende partijen zich verplichten om:

- het individuele boerderij portaal te installeren en mede zorg te dragen voor onderhoud en updates
- op het goede moment de goede externe kennis in te brengen
- kennis uitwisseling te faciliteren met andere boerderijen, ketenpartners en kennisinstututen.

Na accordering wordt een begin gemaakt met de nulmeting door indicator waarden in te voeren in kolom “meting in 2024”. Met behulp van de ingevoerde data en respect voor “de unieke combinatie van een boer met visie op een boerderij in een specifieke streek” wordt de lange termijn visie in kaart en tot uitdrukking gebracht in de kolom “streefhoeveelheden” op blz. 9. Vergelijking van streefhoeveelheden met de nulmeting geeft het langjarige verander-traject aan. Jaarlijks worden de effecten van maatregelen vastgesteld in de kolom “verandering” en zo nodig volgt een update van het lange termijn plan.

Management van boerderij data en indicator metingen, dia 7G.

Vanuit het ondersteunende team dient de contactpersoon (generalist) in goed overleg met de boer te zorgen, dat er een nulmeting komt met een meet methodiek, die jaarlijkse toegepast zal kunnen worden. Omwille van efficiëntie wordt deze taak verricht (door één persoon met toegang tot het kennis platform) op meerdere boerderijen in dezelfde streek (op verzoek van de betreffende boeren en conform hun prioriteitstelling).

streefwh.	prio	Toelichting, maatregelen, vragen, brondocumenten
350 pl/ha 189 tCO ₂ /ha 0	6 3 4	Gmatrix meerjarige planten omvat overlappende plant categoriën: Voedsel, en Hout/vezels heggen in etagebouw met goede oriëntatie op de zon Fossiele energie input beperken; voedsel produceren met een positieve CO₂-voetafdruk netto CO ₂ -vastlegging 19 t/ha/jaar = 9 tCO ₂ opdebodem + 11tCO ₂ indebodem - 1tCO ₂ uitstoot
pH=6,4 491 tCO ₂ /ha	1 1 1	pH=4,5 verhogen met kalk, eierschillen, schelpen toepassingen C sink berekening voor BiN 2207 Bodemlevenmatrix: orde x soorten x functionaliteit Wormen soorten onderzoek BiN 2306
hoogte 3 m. 15 m.		Afstand tussen heggen aanpassen aan hoogte heg -> optimale luwte->minder evapotranspiratie groter watervasthoudend vermogen (% H ₂ O in de bodem)-> verlaging % stress bij langdurige droogte
-	2	Broedvogel soorten in de Maashorst (BiN) Jacobskruiskruid beheersen 2108
		tVoedsel/soort/jaar in de Gvoedselmatrix onderdeel van de Gewasmatrix tHoutige producten/soort/jaar in de Ghoutmatrix, onderdeel van de Gewasmatrix tEenjarigenproduct/soort/jaar in de Ematrix Dierlijke producten zuivel- vlees- eieren in de Dmatrix Boerderij splitsen in 17 ha heggenland + 7 ha voedselbos

Taakomschrijving van de contactpersoon:

- informeren over relevante ontwikkelingen in het landbouwonderzoek en bij de kennisinstituten.
- behartigen van belangen van de aangesloten boeren bij rapportages over relevante onderzoeken en prioriteitstellingen bij nieuwe onderzoeksprogramma's
- ondersteuning bij planvorming en boerderij-inrichting (waarbij beroep gedaan kan worden op specialisten).
- ondersteuning bij de opzet van het boerderij portaal
- facilitering van kennisuitwisseling tussen boeren met benutting van het boerderij portaal
- ondersteuning bij certificeringen en jaarlijkse monitoring activiteiten.

De contactpersoon zorgt voor minimaal:

- 1x/jaar update van data in het boerderij portaal in de periode aug-okt
- 2x/jaar integratie van data uit het boerderij portaal in de bedrijfsadministratie:
 - update monitoringsprogramma in oktober i.v.m. planning volgend jaar
 - aanlevering van data voor het jaarverslag van afgelopen jaar in april

Data dienen zodanig opgeslagen te worden dat:

- eigendom en privacy gewaarborgd zijn
- het portaal eenvoudig "up to date" gehouden wordt door boer en het verantwoordelijke teamlid
- de boer altijd eenvoudig toegang heeft tot de actuele data om op de *veranderingsindicatoren* te sturen
- voortdurend de vinger aan de pols gehouden wordt en prioriteiten in de monitoring scherp gehouden worden
- coördinatie in de monitoring van meerdere vergelijkbare boerderijen vereenvoudigd wordt.
- vergelijking tussen boerderijen mogelijk gemaakt wordt (via het gestandaardiseerde werkbladen).
- referenties naar de brondocumenten transparant zijn.
- bijgedragen kan worden aan generalisaties over regeneratieve en natuurinclusieve productie systemen

Aannemend dat over het bovenstaande overeenstemming bereikt wordt, dan kan aan deel 2 begonnen worden met uitwerkingen van productstromen en biodiversiteit.

Deel2: **Productstromen en biodiversiteit** op en om de boerderij.

Spontane soorten vinden een goede habitat in heggenland (i41-42 en dias 41-42)

De combinatie van heggen met bredere open ruimte ertussen is ideaal voor de ontwikkeling van spontane soorten. De *vogeltellingen* (i41) op de Maashorst vormen een 1^e proxy-indicator voor biodiversiteit op de bodem. Een ander voorbeeld vormen de insecten die vooral goed gedijen in de (strip-mix) heggen en het microklimaat tussen de heggen. Boeren hebben er belang bij om de *aantallen (soorten) plaag bestrijdende insecten* (i42) bij te houden als 2^e proxy-indicator voor biodiversiteit op de bodem. Natuurorganisaties en imkers werken graag mee om tellingen te organiseren.

Houtige gewassen selecteren voor Agroforestry (i51-52, dia 51-52)

Criteria bij de selectie van meerjarigen zijn o.a.:

- bijdrage aan de CO₂-vastlegging in de bodem, incl. verhoging van het humus gehalte: es, esdoorn en linde hebben kalkrijk blad en dragen bij op wat rijkere gronden. Berk en lijsterbes zijn alternatieven voor armere gronden. In armere bodems zijn mycorrhizale schimmelsoorten extra belangrijk. Zij hebben met hun mycelium een veel groter bereik en absorptie oppervlak dan boomwortels. Maar verzuring en een overmaat aan stikstof zijn ongunstig voor mycorrhizale soorten.
- bijdrage aan de *jaarlijkse stroom van voedselproducten van de meerjarige gewassen naar de markt* (i51). Data worden vastgelegd in de GewasVoedselmatrix in kg af boerderij per gewassoort en per jaar.
- bijdrage aan de langjarige CO₂-vastlegging op de bodem, die kan verschillen van 8-34 tCO₂/ha/jaar, mede afhankelijk van gewas soorten.
- bijdrage aan de *stroom van hout- en vezelproductie van de meerjarige gewassen naar de markt* (i52). Data over hoeveelheden worden vastgelegd in de GewasHoutmatrix in kg af boerderij per gewassoort. Via Agroforestry Netwerk Nederland kunnen online keuzen gemaakt worden in plantensoorten met tips.

Eénjarige gewassen (i53) voor de markt op strokenteelt tussen de heggen.

Vestig een ruim (7-jarig) rotatie schema op de stroken in het heggenland. Neem maatregelen om de jaarlijkse grondbewerking te minimaliseren. Selecteer zodanige gewassen, dat >60% van de eenjarige producten naar de markt gebracht kan worden (i53 in t/ha/jaar). De selectie van gewassen, de verwachte opbrengst en het rotatie schema worden vastgelegd in de Ematrix.

De stroom van dierlijke producten (vlees, zuivel, eieren) in de Diermatrix (i55) vormt bij voorkeur niet meer dan 20% van het totale voedselaanbod. Dieren hebben een rol in de nutriëntenhuishouding en het beheer van het landschap. Op het bedrijf dient jaarrond voldoende voer beschikbaar zijn, maximaal 5% van het voer wordt aangevoerd. Gestreefd wordt naar meerdere diersoorten met verschillende functies in het ecosysteem. Als de dierhouderij aangepast wordt aan het landschap, dan kunnen (al bij aanvang) jaarlijks hoeveelheden eindproducten geleverd worden in de vorm van zuivel, vlees, eieren; passend in een totaal voedselpakket voor de markt. Via de Diermatrix (i55) worden de dierlijke producten ingebracht in de boerderij-omzet.

Landschap plannen en inrichten, dias 61-64

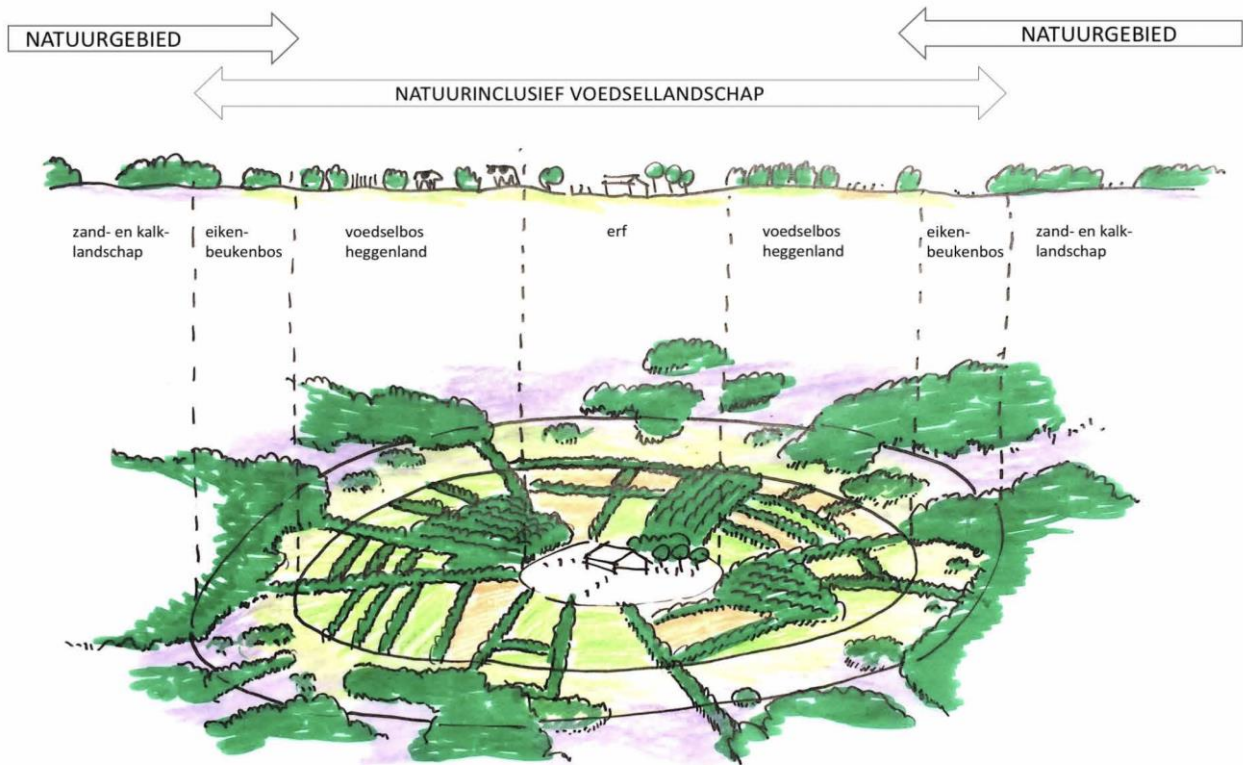
Voorafgaande aan landschapsplanning is het nuttig om op historische kaarten te kijken naar heggen-structuren op perceelranden rondom akkers of weilanden, zoals op de dia 61 met de kaart uit 1800 van Slabroek (Boer-in-Natuur). Kennelijk waren boeren toen al overtuigd van het nut van heggen in hun teelten.

Vervolgens is het goed om te kijken naar de recente satelliet fotos van de boerderij met perceelindeling die je via het Ministerie van Landbouw kunt krijgen, en waarin de nieuwe aanplant waarschijnlijk aangegeven moet worden.

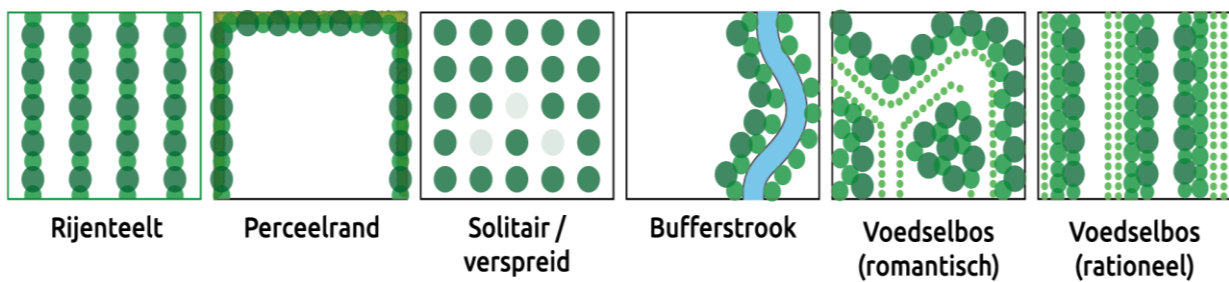
Onderscheid wordt gemaakt in o.a. voedselbos en rijenteelt (heggen) met stroken grasland of akkerbouw ertussen, bij voorkeur met etagebouw langs bosranden en heggen om de fotosynthese te vergroten en met optimale strookbreedte en oriëntatie op de zon (dia 62). Bij een max. heg hoogte van 3 m. zal de optimale strookbreedte waarschijnlijk tussen 12 en 24 m.

Bij selectie van soorten en landschapsplanning dient rekening gehouden te worden met efficiëntie in onderhoud-, snoei- en oogstwerkzaamheden (dia 64). Rijen en soorten in de rij dienen in kaart gebracht te worden en in het boerderij portaal ingevoerd te worden. Breng je ideeën in kaart en maak schetsen. Je kunt een landschapsinrichting sessie aanvragen en dan kunnen we alternatieven doorrekenen en vergelijkingen maken met andere boerderijen.

Voorbeeld van een bosboerderij inrichting passend in het landschap (dia 65):



Zoneringsprincipe voor de landschappelijke inbedding van BoerInNatuur



Hoogte van de heggen, afstand tussen bomen rijen, en oriëntatie op de zon hebben invloed op de CO2 vastlegging, die hieronder verder geanalyseerd wordt.

Landschap inrichten op CO2-vastlegging, i14 en dia 51.

Optimale CO2-vastlegging is één van de criteria bij landschapsinrichting. Om de hoeveelheid CO2, die in 20 jaar vastgelegd kan worden in te schatten worden op blz. 13 begin- en eindsituatie vergeleken in verschillende landschappen:

- Kaal akkerland (bovenzijde schema) heeft geen C-sink op de bodem en een C-gehalte van 67 t/ha in de bodem, overeenkomend met geringe wortel- en schimmel-activiteit.

- Bos op rijkere grond heeft een hoge C-sink op de bodem (840 stuks houtige gewassen per ha) en een C-gehalte van 288 t/ha in de bodem, overeenkomend met veel diepe wortelsystemen en overeenkomstig bodemleven.

- Heggen in stroken teelt (onderzijde schema) hebben een C-sink op de bodem (210 stuks houtige gewassen per ha), en een hoog C-gehalte vergelijkbaar met bos, omdat uitgegaan wordt van optimale strookbreedte.

Om de CO2-vastlegging te meten worden de C-waarden omgerekend naar CO2, waarbij $1 \text{ tC} = 3,7 \text{ tCO}_2$.

De maximale CO2-vastlegging vindt plaats tussen de laagste C-sink aan het begin van de 20-jarige periode (kaal akkerland): $67 \times 3,7 = 250 \text{ tCO}_2/\text{ha}$ in de bodem (i22) en 0 tCO2 op de bodem (i12);

en de hoogste C-sink aan het eind van de periode (volgroeid voedselbos):

$384 \times 3,7 = 1400 \text{ tCO}_2/\text{ha}$ in de bodem (i22) en $(35+105) \times 3,7 = 500 \text{ tCO}_2/\text{ha}$ op de bodem (i12).

In deze combinatie bedraagt de CO2-vastlegging in 20 jaar:

en gemiddeld per jaar

i12: van nul naar 500 tCO2/ha op de bodem ->

25 tCO2/ha/jaar (i12)

i22: van 250 tCO2/ha C-sink naar 1400 in de bodem -> 1150 -> 58 tCO2/ha/jaar (i22)

Streefcijfers voor i12 en i22 zijn dus max. 25 + 58 tCO2/ha/jaar bij optimale toepassing van maatregelen om:

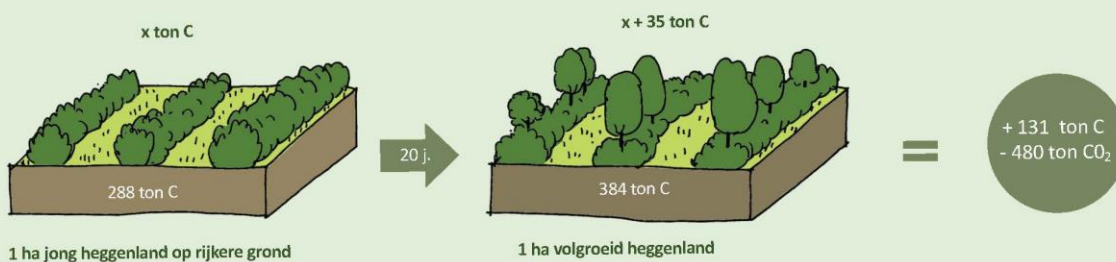
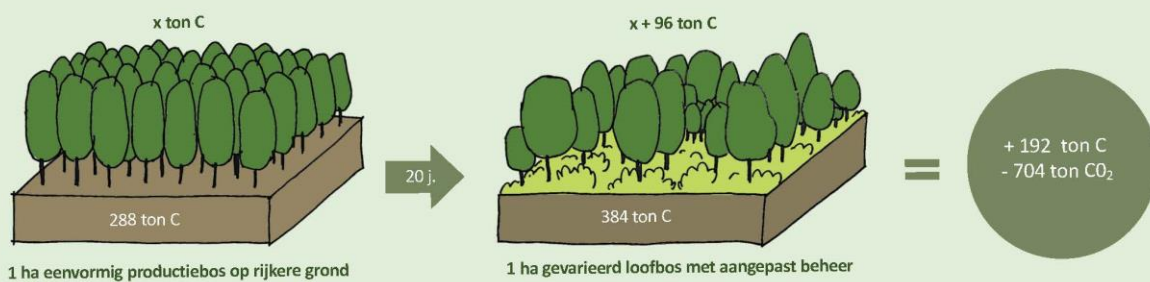
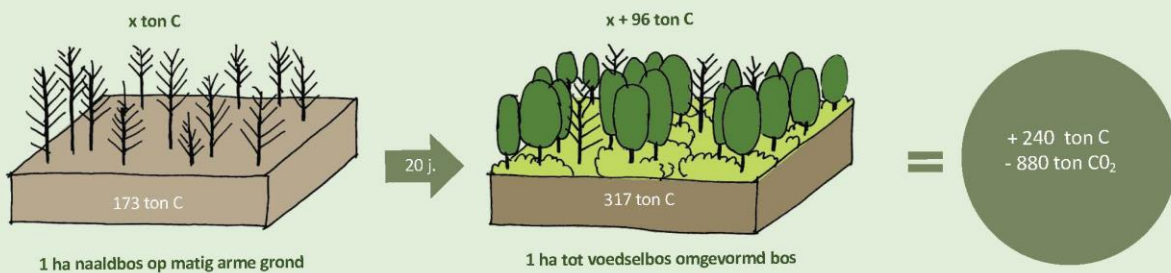
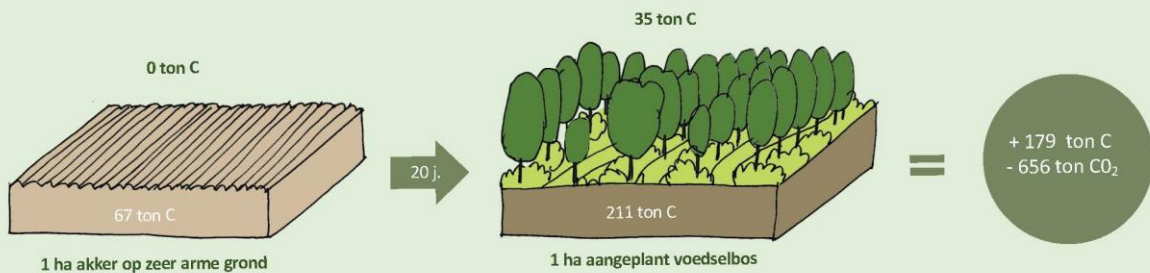
Zonne-energie te benutten om CO2 om te zetten in energierijke biomassa en voedsel voor levende organismen in het ecosysteem waardoor biodiversiteit weer toeneemt.

Om boeren en terreinbeheerders die hieraan langjarig werken te belonen worden CO2/natuurcertificaten uitgegeven, die gekoppeld zijn aan de vastlegging van één ton CO2 en aansluiten op de markt voor CO2 vastlegging. De certificering kan o.a. aangevraagd worden (via SCAVE) bij de Climate Clean-up Foundation, die werkt met de ONCRA rekenmethode. De certificering wordt gebaseerd op de nulmeting van i12+i22 en op ontwikkelingen in vergelijkbare landschappen. Voorwaarde is, dat de boer/terreinbeheerder een plan heeft om het doel te realiseren en dat de effectiviteit van maatregelen gemonitord wordt middels bodemmonsters, metingen, fotos en waarnemingen. In het boerderij portaal zijn voorzieningen ingebouwd voor de monitoring. De certificeerder beoordeelt de aanvraag, en de kans dat de geplande CO2 vastlegging niet volledig gerealiseerd wordt. Om dit risico op te vangen houdt de certificeerder bij uitgifte een percentage van de certificaten achter. Naarmate de kwaliteit van het plan hoger is, naarmate de realisatie goed op gang is en naarmate meer boeren deelnemen, zal de certificeerder minder certificaten achter te houden.

Koolstofopslag op een natuurinclusieve bosboerderij

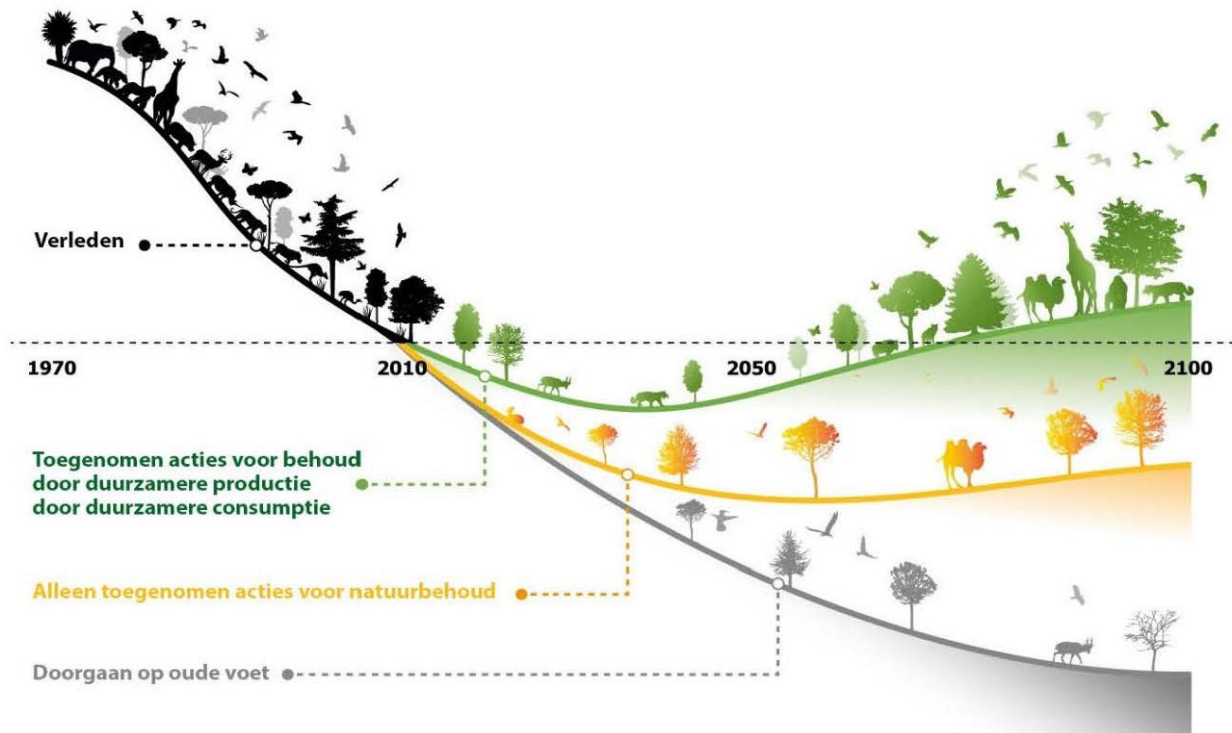


Op een natuurinclusieve bosboerderij wordt zonne-energie optimaal benut voor de productie van organische stof. Een deel van de organische stof is weer voedsel voor mens, dier en plant. Een groter deel wordt langjarig vastgelegd in bodem en gewas. Hoeveel hangt af van de uitgangssituatie, de inrichting en het beheer. Onderstaande schema's laten de koolstofopslag zien van verschillende bouwstenen die toegepast (kunnen) worden op de bosboerderij BoerInNatuur bij Uden. Het Fonds Natuurinclusieve Streekboerderijen wil hiervoor koolstofcertificaten uitgeven. Voor toelichting op de gebruikte cijfers is een aparte notitie beschikbaar.



Biodiversiteits-afname ombuigen in een groen, geel of grijs scenario; dia 68

- De groene lijn geeft een herstel van biodiversiteit aan naar het niveau van 2010. Dit resultaat kan binnen de komende 50 jaar bereikt worden als boeren en natuurbeheerders de zonne-energie om CO2 om te zetten.
- In het gele scenario wordt de biodiversiteitsafname geleidelijk omgebogen naar een toename met acties beperkt tot natuur terreinen. De scheiding tussen natuur en landbouw blijft gehandhaafd, maar bemesting en pesticiden gebruik in de landbouw worden verminderd.
- De grijze lijn geeft de biodiversiteitsafname bij continuering van het huidige mest en pesticiden gebruik.



Het groene ombuigings-scenario loopt parallel aan het 1,2 graden ombuigings-scenario voor de CO2-vastlegging op dia 13. De biodiversiteit moet weer omhoog en de CO2-uitstoot moet weer omlaag; dan is er sprake van regeneratieve landbouw.

De hoeveelhedsdata uit deel 2 worden ingevoerd in de bedrijfsadministratie in deel 3. Daar zal blijken wanneer/of de boer voldoende kan verdienen (TW in €/uur).

Deel 3: **Verwaardiging van marktproducten**

Natuurinclusieve Agroforestry boeren realiseren hun omzet met veel verschillende en deels grondgebonden producten (=plantaardige producten en CO2 certificaten). Om de grondgebonden omzet (in t/ha/jaar) te bepalen worden producthoeveelheden in matrix vorm (i14+i51+i52+i53) vermenigvuldigd met het oppervlak. In geval van meerdere landschapseenheden, moet de grondgebonden omzet erbij opgeteld worden om tot de grondgebonden omzet van de boerderij te komen.

De marktwaarde van de grondgebonden omzet (in €/jaar) wordt als volgt bepaald:
I51-71 voedselproducten van meerjarige planten in de GewasVoedselmatrix in t/ha/jaar x euro
I52-72 hout en vezelproducten in de GewasHoutmatrix m3 x euro
I53-73 producten van éénjarige planten in t/ha/jaar x euro
I14-74 certificaten overeenkomend met aantal tCO2/ha/jaar x euro

Producten van éénjarige gewassen voor de markt (i73).

Vestig een ruim (7-jarig) rotatie schema op de stroken in het heggeland. Neem maatregelen om de jaarlijkse grondbewerking te minimaliseren. Selecteer zodanige gewassen, dat >60% van de eenjarige producten naar de markt gebracht kan worden (i53 in t/ha/jaar). De selectie van gewassen, de verwachte opbrengst en het rotatie schema worden vastgelegd in de Ematrix (i53 in t/ha/jaar); omzetting naar waarden (i73) door vermenigvuldiging met prijzen.

Certificaten verwaarden, i74 en dia 72W.

In hoofdstuk 2 over productstromen op de boerderij is aannemelijk gemaakt dat regeneratieve boeren zonder extra inspanning een CO2 positieve voetafdruk en biodiversiteit leven (i11, i21, i41-42) kunnen creëren. Als boeren daarvoor beloofd willen worden, dan dienen de overeenkomstige meetresultaten en het lange termijn plan gecertificeerd te worden. Na certificering correspondeert de CO2-voetafdruk (i14) met het aantal certificaten dat op de markt gebracht kan worden, conform rapport van de certificeerder; zie voorbeeld in document "Certificering van CO2-vastlegging bij BiN 202207".

De marketing van de certificaten is gericht op mensen die hun negatieve CO2-voetafdruk willen compenseren **en** willen bijdragen aan de ombuiging van de biodiversiteitsafname.

Bij de verwaardiging van certificaten wordt uitgegaan van €85, de huidige marktwaarde van een CO2 certificaat. Dia 72W laat zien dat de prijs van een certificaat toe kan nemen van €80 (in 2023) naar de "schaduwprijs" van €400 (in 2030). Inmiddels is in document "Schade berekening CO2-uitstoot 202012" van het Duitse milieu-ministerie de schade berekend op 875 €/tCO2. Deze prijs gebruikt de provincie Utrecht nu al bij de beoordeling van nieuwe investeringen. In het cijfervoorbeeld op blz. 14 wordt deze prijs gebruikt in de kolom streefwaarden. Als de prijs van een certificaat inderdaad gaat stijgen richting €400 in 2030 en €875 in 2040, dan wordt de beloning voor CO2 vastlegging een dominant onderdeel van de Boerderij-omzet.

De stijging zal afhangen van de snelheid waarmee de overheid de subsidies op fossiele energie afbouwt.

Voor de boer geldt, dat nauwelijks extra werk gedaan hoeft te worden om gecertificeerd te worden, b.v. door Climate Clean-up Foundation via de ONCRA-methode.

De omzet in grondgebonden marktproducten is de som van i71+i72+i73+i74 in €/ha/jaar.

- heggeland 2023 2730 €/ha en streefwaarde 14.550 €/ha

- voedselbos 2023 2325 €/ha en streefwaarde 16.250 €/ha

Naast de grondgebonden omzet kan omzet gerealiseerd worden in:

- Dierlijke producten (zuivel, eieren en vlees in de Diermatrix i55, vermenigvuldigd met prijzen -> i75 in €/jaar)
- Overige activiteiten, o.a. experimenten, kennisuitwisseling, rondleidingen (i76 in €/jaar)

Op blz. 15 en 16 een deel van het werkblad gekopieerd waarmee de boerderij omzet in stromen van producten en diensten berekend kan worden op 17ha heggeland.

Planning monitoring indicatoren: prod. 17ha heggenland 2403	ind	meting in 2024	meting in 2025	hvh verandering
Zonne-energie benutten middels groen oppervlak	i11	220 planten/ha		20 pl/ha/jaar
<i>Optimaal CO2 langjarig vastleggen op de bodem.</i>	i12	13 tCO2/ha		9 tCO2/ha/jaar
<i>Gebruik van fossiele energie en CO2-uitstoot minimaliseren</i>	i13	1 tCO2/ha		-0,1 tCO2/jaar
Netto langjarige CO2-vastlegging optimaliseren	i14	0		19 tCO2/ha/jaar
pH optimaal maken	i21	pH=4,5		
<i>C-gehalte in de bodem optimaliseren</i>	i22	281 tCO2/ha		11tCO2/ha/jaar
<i>Biodiversiteit in micro-organismen in de bodem stimuleren</i>	i23	1122 soorten		
Habitat voor grotere bodemorganismen (wormen) creëren	i24	5 wormen		-
Hoogte heggen optimaliseren: meer luwte, betere waterhuishouding	i31	hoogte 1,7 m.		20 cm groei/jaar
Strookbreedte optimaliseren om optimaal profijt te hebben van luwte.	i32	0		-
<i>Biodiversiteit in spontane soorten organismen (vogels) stimuleren</i>	i41	44vogelsoorten		4 soorten/jaar
<i>Insectenwereld stimuleren en invasieve soorten beheersen</i>	i42	8 soorten plaagbestrijders		
<i>Meerjarige gewassen selecteren op hvh voedselproducten naar de markt</i>	i51	0		
<i>Hout- en vezelgewassen selecteren op hvh producten naar de markt</i>	i52	0		
Eenjarige gewassen selecteren op inpassing in gewasrotatie		0		
<i>Diersoorten</i> afstemmen op draagvermogen en handhaving open ruimten	i54	0		
Boerderij inrichting draagt bij aan biodiversiteit en TW		0		
TW samenstelling 17+7=24 ha gemengd bedrijf berekenen.		waarden 2023	waarden 2024	verandering
hvh voedsel van meerjarige planten naar de markt (i51) verwaarden	i71	105		
hvh hout en vezelproducten naar de markt (i52) verwaarden	i72	0		
hvh producten van éénjarigen naar de markt (i53) verwaarden	i73	1.010		
hvh CO2-vastlegging (certificaten) naar de markt (i14) verwaarden	i74	1.615		-
totale grondgebonden heggenland-waarden/ha * 17 ha		46.410		
totale gonggebonden voedselbos-waarden/ha * 7 ha		16.625		
totale gonggebonden boerderij waarden op 24 ha		63.035		
hvh dierlijke producten naar de markt (i55) verwaarden	i75	5.100		
Verwaarden van overige producten naar de markt	i76	1.100		
totale boerderij omzet		69.235		
Kosten beperken en productie afstemmen op de vraag	i78	-15.000		-
Toegevoegde waarde op de boerderij		54.235		
Jaarlijkse arbeidsinzet beperken door <i>samenwerking, werktuigen, enz.</i>	i79	3000 uur/jaar		-

Dierhouderij-producten verwaarden, i75 in €/jaar.

In de Diermatrix (i54) worden jaarlijks de hoeveelheden dierlijk product (zuivel, eieren en vlees) genoteerd. Vermenigvuldiging van i54 met de prijzen van de verschillende producten geeft de omzet in dierlijk product (i75 in €/jaar), die op de voorbeeld boerderij wordt ingeschat op 20.000 €/jaar.

Overige activiteiten verwaarden, i76 in €/jaar.

Boeren en terreinbeheerders kunnen waarden genereren o.a. uit rondleidingen, excursies, cursusdagen, experimenten en kennisuitwisseling. De omzet uit overige activiteiten (i76) op de voorbeeld boerderij wordt ingeschat op 5.000 €/jaar.

streefhv.	prio	Toelichting, maatregelen, vragen, brondocumenten
350 pl/ha 189 tCO ₂ /ha 0	6 3 4	Gmatrix meerjarige planten omvat overlappende plant categoriën: Voedsel, en Hout/vezels heggen in etagebouw met goede oriëntatie op de zon Fossiele energie input beperken; voedsel produceren met een positieve CO₂-voetafdruk netto CO ₂ -vastlegging 19 t/ha/jaar = 9 tCO ₂ opdebodem + 11tCO ₂ indebodem - 1tCO ₂ uitstoot
pH=6,4 491 tCO ₂ /ha	1 1 1	pH=4,5 verhogen met kalk, eierschillen, schelpen toepassingen C sink berekening voor BiN 2207 Bodemlevenmatrix: orde x soorten x functionaliteit Wormen soorten onderzoek BiN 2306
hoogte 3 m. 15 m.		Afstand tussen heggen aanpassen aan hoogte heg -> optimale luwte->minder evapotranspiratie groter watervasthoudend vermogen (% H ₂ O in de bodem)-> verlaging % stress bij langdurige droogte
-	2	Broedvogel soorten in de Maashorst (BiN) Jacobskruiskruid beheersen 2108
		tVoedsel/soort/jaar in de Gvoedselmatrix onderdeel van de Gewasmatrix tHoutigeproducten/soort/jaar in de Ghoutmatrix, onderdeel van de Gewasmatrix tEenjarigenproduct/soort/jaar in de Ematrix
		Dierlijke producten zuivel- vlees- eieren in de Dmatrix
		Boerderij splitsen in 17 ha heggenland + 7 ha voedselbos
streefw.		Eenheden en uitleg
1.500		GVmatrix*€/soort/kg -> €/soort/ha/jaar
500		GHmatrix*€/soort/m ³ -> €/soort/ha/jaar
4.000		Ematrix*€/soort/kg -> €/soort/ha/jaar
8.550		Streefwaarde: 19 cert/ha/jaar*450 €/cert=8.550 €/ha
247.350		(i71+i72+i73+i74)*17ha
113.750		
361.100		heggenland+voedselbos=boerderij
20.000	5	Diermatrix i55 x waarden = Diermatrix i75 in €/jaar
5.000	1	waarden overige producten in €/jaar o.a. kennisuitwisseling, excursies en cursussen
386.100		Streefwaarde boerderij omzet 361.100 + 25.000 = 386.100 €/jaar
-150.000		kosten max. 50% van omzet, o.a. sluiting cirkels; verwerking restproducten; aanpassing streekmarkt
236.100		TW = omzet - kosten
6000 uur/jaar		TW/uur: 236.100/6000 = 39 €/uur

De jaarlijkse grondgebonden omzet op de voorbeeld-boerderij met 17ha heggenland en 7ha voedselbos wordt ingeschat op $17 \times 14.550 + 7 \times 16.250 = 361.100$ €/jaar; vermeerderd met 20.000 omzet uit dierhouderij (i75) en 5.000 omzet uit overige activiteiten (i76), totaal 386.100 €/jaar.

Relatieve bijdragen van de verschillende activiteiten aan de boerderij omzet:

- grondgebonden waarden $361.100/386.100 = 94\%$
- dierhouderijen $20.000/386.100 = 5\%$
- overige activiteiten $5.000/386.100 = 1\%$

Kosten in €/jaar (i78) kunnen ook uitgedrukt worden als % van de omzet; dia 74W.

i78 is een indicator voor de kosten, reststromen en afval. Kosten kunnen verminderd worden door kringlopen in de streekeconomie te sluiten. Daarvoor bestaan op veel boerderijen mogelijkheden, met name in de C, N, K, P kringlopen en in de circulaire streekeconomie en geldverkeer. Door toenemende circulariteit gaan importen omlaag, en wordt de streekeconomie gestimuleerd.

In dit voorbeeld zijn de kosten gereduceerd tot $€150.000/386.100$ is 39%

en bedraagt de toegevoegde waarde: $386.100 - 150.000 = 236.100$ op een boerderij van 24 ha op zand.

Arbeidsinzet en verdienmodel, (i79 in uren/jaar).

Om tot een verdienmodel te komen dient het aantal uren beperkt te worden, b.v. door:

- complementaire samenwerking met collega boeren
- inzet van software en internet
- aangepaste werktuigen bij onderhoud en oogst

In de voorbeeld boerderij wordt de arbeidsinzet bij een toegevoegde waarde van 236.100 €/jaar beperkt tot 6000 uur/jaar, $236.100/6000 = 39$ €/uur.

Bijlagen:

Bij1: Kernwoorden alfabetisch per kenniscluster 202401.

Bij2: Agroforestry versneller dia presentatie; deel1 7 dias; deel2 21 dias; deel3 4 dias.

Bij3: Model werkblad "Planmodel monitoring regeneratieve productie".

Bij4: Kennisplatform met kennis ontwikkeling Natuur Inclusieve Streekproductie

Bij5: Matrix modellen voor: Gewassen-meerjarig, Bodemleven, Eenjarige gewassen, Dierhouderijen

1 Energie is nodig bij CO2 omzetting en wordt gedistribueerd in de vorm van energierijk voedsel, hout en vezels

C cirkel wordt gesloten als meer CO2 wordt omgezet in biomassa dan er wordt uitgestoten

C sink in en op de bodem neemt toe als meer CO2 wordt omgezet dan uitgestoten

CO2 equivalent: eenheid om dichtheid van broeikas gassen in de atmosfeer te meten; en om sluiting C-cirkel te meten

CO2 omzetting middels fotosynthese optimaliseren door benutting van zonne-energie en groen oppervlak

CO2 vastleggings certificaat wordt uitgegeven voor 1 T CO2, die netto vastgelegd wordt voor minimaal 20 jaar

CO2 voetafdruk van een productie proces = CO2 vastlegging - uitstoot uit het proces + hout en vezels onttrokken

Energie van de zon benutten door aanpassingen in het landschap

2-3 Bodem en water

Bodem biodiversiteit kan gemeten worden b.v. met DNA-matching technieken

Micro-organismen in een bodem monster kwantificeren met PLFA vetzuren

Mulchen: bodem bedekken met plantaardig materiaal om bodemleven te stimuleren en verdamping te beperken

Mycorrhiza schimmels leven in symbiose met plantenwortels en vergroten het bereik van de wortels

Symbiose: samenleven met wederzijds profijt, b.v. plantenwortels voeden schimmels in ruil voor nutriënten

Voedselweb: systeem waarin levende organismen eten en gegeten worden

Evapotranspiratie beperken: de verdamping door de zon en door levende organismen beperken

Verdamping beperken o.a. door heggen in strokenteelt, hoge bedekkingsgraad, selectie van droogte-resistente planten

4-6 Biodiversiteit op de bodem, habitat, selectie van soorten en landschapsinrichting optimaliseren

Agroforestry: houtige soorten selecteren om productie per ha te optimaliseren

Biodiversiteit toename wordt bepaald door beschikbaarheid voedsel en ruimte (zie habitat)

Composteren: C en N binden in eiwitstructuren (C/N<4), die weer ontbinden in het ritme van opname door planten

Dierenwelzijn verbeteren door dieren ruimte en keuze te bieden in het grazen, dieet, zoeken naar beschutting

Draagcapaciteit van de bodem aanduiden met potentiële voedselproductie en aantal grazers dat erop kan leven

Ecosysteem: geheel van samenlevende soorten die elkaar in balans houden en daarmee een eenheid vormen

Groen oppervlak vergroten door de bedekkingsgraad van de bodem te verhogen en etagebouw toe te passen

Habitat: goede ruimtelijke leefomgeving en positionering in het voedselweb voor een specifieke soort.

Invasieve soorten kunnen ecosysteemdiensten belemmeren en schade aanrichten; zie lijst NVWA.

Landschapstypen zijn o.a.: kale akkerbouw, (bos)weiden, heggenland met weiden en/of strokenteelt, (voedsel)bos

Natuurcertificaat: CO2 vastlegging wordt gecombineerd met een toename van de biodiversiteit

Spontane soorten ontstaan en verspreiden zich zonder tussenkomst van mensen

Streekeigenheid komt o.a. voort uit bodem- en cultuurgeschiedenis

Veerkracht kan toenemen door meer biodiversiteit en/of vergroting van voorraden (H2O, energierijke C-verbindingen)

7-8 Verwaarding van productstromen, kosten minimaliseren, cirkels sluiten, arbeidsinzet beperken

Circulariteit in de streek economie: optimaal sluiten van kringlopen, importen en afval in de streek beperken

Externe kosten worden niet meegenomen in de boekhouding van degene die de kosten/schade veroorzaakt

Gezond = veerkrachtig = biodiversiteit toename (dynamisch begrip)

Internalisatie van externe kosten door invoering in de boekhouding van degene die de kosten/schade veroorzaakt

Multifunctionaliteit: gebouwen, installaties, werktuigen toepasbaar maken voor meerdere productieprocessen

Productie = toegevoegde waarde (TW) = omzet - kosten

Risico = omvang van de schade x kans dat de schade ontstaat; prioriteiten stellen op basis van risico

Seizoen productie: zodanige gewasselectie dat oogsten, verwerking, bewaring jaarrond product aanbod mogelijk maken

Streekvoedsel wordt relevanter in het koopgedrag, als >60% van de voedselbehoefte vanuit de streek gedekt wordt

Verdienmodel: TW/arbeidsinzet in uren/jaar -> TW per arbeidsuur per jaar

Verwaarding: waarde toekennen aan producten en/of diensten

Voorraad vorming en langjarige waardencreatie als productie hoger is dan onttrekkingen

Waarden worden toegevoegd als de jaarlijkse omzet hoger is dan de kosten